

**А.В. Соколовский, В.Н. Лапаев,  
В.А. Пикалов**

## **«НТЦ–ГЕОТЕХНОЛОГИЯ»: ПРОЕКТИРУЕМ НАДЕЖНОЕ БУДУЩЕЕ**

На современном этапе условия добычи полезных ископаемых становятся все более сложными как с технологической, так и с экономической точки зрения. Тем не менее, рынок диктует жесткие требования, касающиеся эффективности производства, качества конечного продукта и экологической безопасности. Это противоречие невозможно разрешить без инновационного подхода, выводящего горнодобывающие компании на новый уровень. Причем, передовые решения, способствующие более высокой производительности труда, нужно закладывать при проектировании шахты, карьера или обогатительной фабрики, проверяя экономическую целесообразность.

Ключевые слова: минеральные ресурсы, производительность труда, мотивация, квалификация персонала, экологическая нагрузка.

**Т**ребования современного рынка минеральных ресурсов к уровню эффективности и безопасности производства определяют необходимость принятия передовых «прорывных» решений уже на стадии проектирования горнодобывающего предприятия.

Актуальность инноваций обусловлена как внутренними факторами: усложнение горно-геологических условий, снижение качества добываемого сырья, освоение удаленных месторождений, истощение запасов разрабатываемых месторождений; так и внешними факторами: возросшая изменчивость внешней среды, участвовавшие ценовые колебания, амплитуда которых достигает 2–3 раз.

Применение традиционных, апробированных решений в этих условиях приводит к увеличению капитальных затрат в 1,5–2,0 раза; увеличению эксплуатационных затрат на 20–30%.

Накопленные за 5–7 лет экономические потери от низкой производительности соизмеримы с капитальными затратами на строительство карьера.

Для снижения влияния негативных факторов необходимы инновации в следующих направлениях: повышение произво-

длительности оборудования и труда, повышение уровня извлечения полезных компонентов, снижение экологической нагрузки, повышение ресурсной эффективности.

### **Повышение производительности оборудования и труда**

Отставание российских предприятий по производительности обусловлено системными причинами. Этот вывод базируется на том факте, что практически по всем отраслям отставание в производительности труда имеет кратные значения, а по многим отраслям — порядковые значения отставания.

Но если меньшую производительность труда можно объяснить различием в учете и в методиках расчета, то меньшую производительность оборудования на действующих, и тем более, на вновь проектируемых горнотехнических системах карьеров такими различиями объяснить нельзя.

Низкая производительность оборудования закладывается уже на стадии проектирования и затем закрепляется технологически и организационно через конструкцию и параметры горнотехнической системы. Такая ситуация вполне объяснима — проектирование карьеров на основе среднеотраслевых уровней производительности основного горнотранспортного оборудования обеспечивает надежное достижение этих показателей, а риски проектировщика и менеджмента за их невыполнение планов в процессе реализации проекта — минимальные.

Налицо противоречие между используемыми подходами к проектированию и современными рыночными требованиями по повышению производительности, и как следствие, повышением эффективности производства.

На основе анализа производительности оборудования на горнодобывающих предприятиях установлено, что сменная производительность экскаваторов на действующих карьерах в течение месяца может отличаться до 5–6 раз. При этом в течение 10–30% смен производительность экскаваторов соответствует мировым стандартам. То есть в имеющихся горно-геологических и технологических условиях при организационных изменениях возможно устойчиво обеспечивать высокопроизводительную работу экскаватора, превышающую среднее значение сменной производительности в 1,5–2,0 раза.

На основе опыта разработки проектной документации, в которой предусмотрено создание высокопроизводительных горнотехнических систем, нами определены технологические и организационные особенности таких проектов.

### Технологические особенности:

- технологические условия (параметры системы разработки, качество подготовки горной массы, качество коммуникаций и т.д.) обеспечивают достижение высокой производительности;
- концентрация горных работ обеспечивает необходимый уровень функционального времени;
- система технологических и организационных резервов позволяет поддерживать заданную эффективность производства в широком диапазоне негативных воздействий внешней среды;
- параметры горнотехнической системы (оптимизированные по критерию приемлемого риска).

### Организационные особенности:

- учтены мотивация и уровень квалификации персонала;
- горнотехническая система обеспечивает высокий уровень доходности рабочего места, чем создается основа баланса интересов субъектов хозяйственной деятельности;
- проектная документация содержит проект системы управления, включающий комплекс норм и стандартов, механизмы мотивации персонала, автоматизированные рабочие места на всех уровнях управления;
- предусмотрено консультационное сопровождение реализации проекта до достижения проектных показателей производительности.



Рис. 1. Последовательность проектирования высокопроизводительных горнотехнических систем карьеров



Рис. 2. Структура технико-технологических и организационных возможностей повышения производительности технического комплекса

Для эффективной реализации обоснованной проектом производительности, существенно превышающей средний достигнутый уровень, необходимо дополнить структуру проектной документации проектом системы управления (рис. 1).

Для достижения при эксплуатации технологически возможной производительности оборудования необходимо предусмотреть соответствующее консультационное сопровождение.

При эксплуатации горнотехнической системы формируются четыре типа возможностей повышения производительности оборудования, которые следует оценивать при сопровождении реализации проекта:

1. Технологическая возможность — разница между максимальной достигнутой производительностью и достигнутой на лучших отечественных и зарубежных предприятиях.

2. Организационно-технологическая возможность — определяется как 0,85 от максимальной достигнутой производительности технического комплекса.

3. Организационная возможность — разница между организационно-технологической и средней за оцениваемый период.

4. Техническая возможность — возможность прироста производительности за счет сокращения времени простоев в обслуживании и ремонте (рис. 2).

### Снижение экологической нагрузки

Сложившаяся практика реализации инвестиционных проектов по строительству горнодобывающих предприятий предусматривает последовательное выполнение работ: технико-экономическое обоснование кондиций и постановка запасов на государственный баланс, получение лицензии, изыскатель-

ские работы, разработка основных проектных решений, разработка технических решений, определение степени воздействия на окружающую среду, экономическая оценка проекта, согласование с экспертными органами.

Длительность проектно-изыскательского этапа в этом случае составляет 3–5 лет, что в условиях высокой изменчивости внешней среды (изменение спроса и цен на продукцию, изменение законодательного окружения, изменение стоимости ресурсов и т.д.) порождает высокие инвестиционные риски.

Поэтому собственник предприятия стремится максимально уменьшить срок проектно-изыскательских работ. Сокращение сроков зачастую достигается параллельным выполнением работ. Без соответствующего методического и нормативного обеспечения такой подход увеличивает риски проекта.

Для снижения в проектах экологических рисков до приемлемого значения в ООО «НТЦ-Геотехнология» нарабатывается методический подход, сущность которого – в первоочередном определении экологических ограничений и допустимых экологических параметров объекта проектирования. То есть, технологические решения разрабатываются с учетом экологических ограничений так, чтобы обеспечить установленные экологические параметры.

Реализация указанного подхода предполагает разделение экологических ограничений по трем уровням:

1. Неустраняемые (сложно устранимые) – особо охраняемые природные территории; объекты культурного наследия; высокий радиационный фон.

2. Устраняемые до начала строительства объекта (осуществляются по специальным проектам). Для устранения таких ограничений предусматривается проведение аварийно-спасательных работ при наличии объектов культурного наследия, перенос на новое место обитания или передача в ботанические сады, заказники, заповедники охраняемых видов растений и животных, переселение жителей при наличии жилых территорий в предполагаемой санитарно-защитной зоне.

3. Устраняемые проектными решениями. Подготовка мероприятий, обеспечивающих приемлемый уровень экологической нагрузки.

Последовательность проектирования на основе заданных экологических параметров следующая:

1. По каждому вредному фактору (выбросы, сбросы и т.д.) устанавливаются зависимости нагрузок этого фактора на окру-

жающую среду при различных основных параметрах проектируемого объекта (производственная мощность, размер карьера в плане и по глубине, применяемая техника и технология);

2. При превышении вредного влияния допустимых значений рассматриваются варианты: изменять параметр проектируемого объекта или предусматривать природоохранные мероприятия, снижающие воздействия до допустимых значений.

3. Производится экономическая оценка вариантов.

4. В случае если ни при одном из вариантов не обеспечивается экономическая состоятельность проекта, то необходим поиск или разработка новых технологий.

Применение предлагаемого подхода позволяет:

- сократить сроки проектирования в 1,3–1,5 раза;
- снизить экологические риски в 1,5–2,0 раза.

Для реализации методического подхода, основанного на первоочередном определении экологических ограничений и допустимых экологических параметров объекта проектирования, необходимо комплексное участие всех заинтересованных лиц — от органов государственной власти до проектных и научных организаций.

### **Повышение качества продукции (на примере обогащения угля)**

Мировой рынок предъявляет жесткие требования к качеству угля (зольность 8–12%, содержание серы менее 0,5%, влага менее 8–9%, калорийность свыше 6000 ккал и т.д.). Повышение уровня переработки рядового угля, совершенствование качества готовой продукции — это актуальная общемировая тенденция в экономике.

Принцип экономической целесообразности, а не только увеличения выхода концентрата, стал определяющим в выборе как глубины обогащения, так и обогатительного оборудования для многих ведущих мировых компаний в области обогащения угля.

Механизация добычи угля привела к росту содержания мелких и, что важно, высокозольных классов. Доля частиц с размером менее 1 мм достигает в рядовом угле 25–30%. Обогащение такого угля широко используемыми гравитационными методами приводит либо к большим потерям, либо к ухудшению качества концентрата и промпродукта.

В связи с этим, большое значение приобретает флотационный метод обогащения. Показатели флотации постоянно улуч-

шаются посредством совершенствования и разработки новых конструкций флотационных машин с «кипящим слоем», который создается коническими, трубчатыми, струйными, циклонными импеллерами, а также на основе применения аэраторов, водных форсунок с высокой скоростью сдвига при скорости потока воды несколько метров в секунду и форсунок, подающих флотореагент в виде водно-газовой эмульсии.

Другим направлением совершенствования обогащения угля является объединение процессов в единый комплекс или исключение некоторых процессов, что упрощает настройку технологической схемы при изменении характеристик входящего рядового угля.

В качестве примера рассмотрено решение, найденное в китайской фирме Гохуа TGTC. Предлагаемая этой фирмой технология исключает четыре первоначальных процесса: обогащение крупного класса тяжелосредними сепараторами; первичное обогащение мелкого класса двухпродуктовыми циклонами; вторичное обогащение мелкого класса двухпродуктовыми циклонами; обогащение крупнозернистых шламов спиральными сепараторами. Вышеперечисленные четыре операции заменены одной — обогащением всего рядового неклассифицированного угля класса 0–110 мм в тяжелосреднем трехпродуктовом циклоне с безнапорной подачей и без предварительной дешламации, с выделением сразу трех конечных продуктов: концентрата, промпродукта и породы при использовании суспензии сравнительно невысокой плотности. Отсутствие дешламации перед обогащением увеличивает выход концентрата, что соответственно уменьшает потери угля.

### **Повышение ресурсной эффективности**

Все больше предприятий горнодобывающей отрасли оказываются в ситуации, когда экономически целесообразные участки уже отработаны, либо находятся в стадии доработки. Так, испытывают острый дефицит угля Уральский регион, республики Северного Кавказа, Алтай, Хабаровский и Приморский края и другие субъекты Федерации. В то же время, в регионах, испытывающих острый дефицит угля, имеются запасы, характеризующиеся сложными горно-геологическими условиями и неблагоприятными для его освоения традиционными технологиями, основанными на открытом или подземном способе.

Запасы угля, которые не могут быть экономически эффективно отработаны ни открытым, ни подземным способом:

- законтурные запасы разрезов (за пределами экономически целесообразной границы ведения открытых горных работ);
- приповерхностные целики шахт;
- участки недр с наклонными угольными пластами средней и большой мощности, дальнейшая отработка которых традиционными технологиями нецелесообразна и небезопасна;
- запасы угля на участках с большими водопритоками, отработка которых связана с большими затратами и негативным экологическим воздействием на водные ресурсы района.

В последние годы для отработки подобных запасов широко внедряются нетрадиционные технологии добычи угля, сочетающие в себе достоинства открытых горных работ (минимальные капитальные затраты) и подземной добычи (отсутствие вскрышных работ). С точки зрения уровня развития технологии и техники, а также потребительских свойств конечной продукции, на сегодняшний день наиболее подготовленными к промышленному внедрению являются две нетрадиционные технологии добычи угля:

- технология глубокого выбуривания пластов комплексами глубокой разработки (КГРП);
- технология скважинной гидродобычи эрлифтами.

Применение таких технологий позволит быстро формировать дополнительные производственные мощности по добыче некондиционных для традиционных технологий запасов угля с минимальным воздействием на экологию региона, создавать новые эффективные рабочие места и увеличивать поступления в бюджеты всех уровней. Так, например, технология КГРП позволяет за 5–6 месяцев осуществить выход на проектную мощность до 600 тыс. т при минимальном уровне затрат на вскрышные работы (коэффициент вскрыши с учетом попутной добычи угля открытым способом составляет до 3–4 м<sup>3</sup>/т).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Галкин В. А., Кавышкин В. П., Полещук М. Н., Соколовский А. В.* Организационно-технологические резервы в автомобильно-экскаваторном комплексе / Геотехнологические проблемы комплексного освоения недр. Сборник научных трудов ИГД УрО РАН. Вып. 4 (94). – Екатеринбург, 2008. – С. 110–113.
2. *Лапаев В. Н., Пикалов В. А.* Проектирование высокопроизводительных технических комплексов в горнотехнических системах карьеров // Рудник будущего. – 2012. – № 3(11). – С. 70–73.
3. *Соколовский А. В.* Принципы проектирования инновационного технологического развития производственной системы действующего угольного карьера // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2007. – № 12. – С. 27–31.



4. *Нецветаев А. Г.* Первый российский опыт применения технологии глубокой разработки угольных пластов // Уголь. – 2004. – № 12. – С. 10–14.

5. *Антипенко Л. А.* К вопросу о современных технологиях переработки и обогащения угля // Уголь. – 2015. – № 12. – С. 68–71. **ГИАБ**

#### КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

*Соколовский Александр Валентинович*<sup>1</sup> – доктор технических наук, генеральный директор,

*Лапаев Василий Николаевич*<sup>1</sup> – кандидат технических наук, технический консультант,

*Пикалов Вячеслав Анатольевич*<sup>1</sup> – доктор технических наук, начальник отдела,

<sup>1</sup> ООО «Научно-Технический Центр–Геотехнология», e-mail: info@ustup.ru.

Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'. 2016. No. 4, pp. 388–396.

UDC 622.273.  
031.06:622.7:  
622.271

**A.V. Sokolovskiy, V.N. Lapaev, V.A. Pikalov**

### **CLASSIFICATION OF RHYTHMS OF SOCIAL AND ECONOMIC DEVELOPMENT FOR ANALYSIS AND FORECAST OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT CASES**

The modern day complicates mineral mining process both technologically and economically. Nonetheless, market dictates stringent requirements on the efficiency of production, quality of final products and ecological safety. This clash of interests is impossible to overcome without innovative approach to bringing mining companies to higher level of development. Advanced ideas to promote higher productivity of labor should be considered at the design stage of an open pit/underground mine or a processing plant with a view to proving economic feasibility of an idea.

Key words: mineral resources, labor productivity, motivation, personnel competence, environmental pressure.

#### AUTHORS

*Sokolovskiy A.V.*<sup>1</sup>, Doctor of Technical Sciences, General Director,

*Lapaev V.N.*<sup>1</sup>, Candidate of Technical Sciences, Technical Consultant,

*Pikalov V.A.*<sup>1</sup>, Doctor of Technical Sciences, Head of Department,

<sup>1</sup> LLC «Scientific-Technical Center Geotechnology», 454080, Chelyabinsk, Russia, e-mail: info@ustup.ru.

#### REFERENCES

1. Galkin V.A., Kavyshkin V.P., Poleshchuk M.N., Sokolovskiy A.V. *Geotekhnologicheskoye kompleksnogo osvoeniya nedr. Sbornik nauchnykh trudov IGD UrO RAN. Вып. 4 (94) (Geotechnological issues of integrated mineral development. Collection of scientific papers. Issue 4 (94))*, Ekaterinburg, 2008, pp. 110–113.

2. Lapaev V.N., Pikalov V.A. *Rudnik budushchego*. 2012, no 3(11), pp. 70–73.

3. Sokolovskiy A.V. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2007, no 12, pp. 27–31.

4. Netsvetaev A.G. *Ugol'*. 2004, no 12, pp. 10–14.

5. Antipenko L.A. *Ugol'*. 2015, no 12, pp. 68–71.